



DE19747001

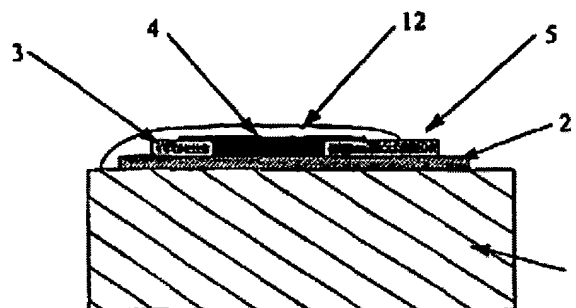
Patent number: DE19747001
Publication date: 1999-05-12
Inventor: KERN ECKHART (DE); SCHAEFERT ARTHUR (DE);
WEBER KLAUS (DE)
Applicant: MANNESMANN VDO AG (DE)
Classification:
- international: **G01B7/16; G01L1/22; H01C10/10; H01C10/12;**
H05K1/16; G01B7/16; G01L1/20; H01C10/00;
H05K1/16; (IPC1-7): H01C10/12; G01L1/22
- european: **G01B7/20; G01L1/22B; H01C10/10; H01C10/12**
Application number: DE19971047001 19971024
Priority number(s): DE19971047001 19971024

Also published as:

 WO9922210 (A1)
 EP0948737 (A1)

[Report a data error here](#)**Abstract of DE19747001**

The invention relates to an electric resistor, especially a wire strain gauge, comprising a resistive coating (4) which is arranged on a carrier element, whereby an insulation layer (2) is arranged between the resistive layer (4) and the carrier element (1). According to the invention, the electric resistor can also be reliably connected during long sustained mechanical and thermal strain to the component which is to be mechanically stressed. The inventive resistor is process-safe and can be produced in series. In addition, the carrier element (1) is a component which is to be mechanically stressed.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 47 001 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
H 01 C 10/12
G 01 L 1/22

⑳ Aktenzeichen: 197 47 001.7
㉔ Anmeldetag: 24. 10. 97
㉕ Offenlegungstag: 12. 5. 99

DE 197 47 001 A 1

⑦① Anmelder:
Mannesmann VDO AG, 60388 Frankfurt, DE

⑦② Vertreter:
Raßler, A., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 65824
Schwalbach

⑦③ Erfinder:
Kern, Eckhart, 65719 Hofheim, DE; Schäfert, Arthur,
65824 Schwalbach, DE; Weber, Klaus, 61476
Kronberg, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

DE 34 31 114 A1
EP 04 26 442 A2
EP 02 39 386 A2

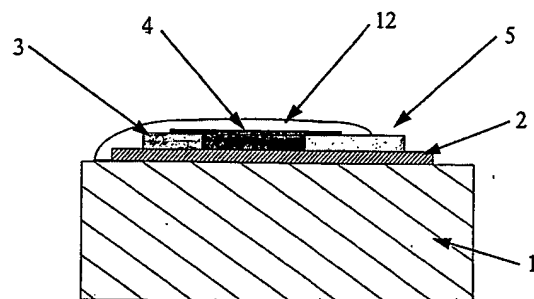
DE-Zeitung: Technisches Messen, 56 (1989), Heft 6,
Oldenbourg Verlag, "Dickschicht-Drucksensoren
mit
freitragenden Strukturen" von D. Bergfried u. W.
Kuhnt, S. 250-254;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Elektrischer Widerstand sowie ein mit diesem elektrischen Widerstand hergestellter mechanisch elektrischer Wandler

⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen elektrischen Widerstand, insbesondere einen Dehnungsmeßstreifen, mit einer Widerstandsschicht, welche auf einem Trägerelement angeordnet ist, wobei zwischen Widerstandsschicht und Trägerelement eine Isolationsschicht angeordnet ist. Ein elektrischer Widerstand, welcher auch bei langanhaltender mechanischer und thermischer Belastung mit dem mechanisch zu belastenden Bauteil zuverlässig verbindbar und prozeßsicher in einer Serienproduktion herstellbar ist, ist das Trägerelement ein mechanisch zu belastendes Bauteil.



DE 197 47 001 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen elektrischen Widerstand, insbesondere einen Dehnungsmeßstreifen, mit einer Widerstandsschicht, welche auf einem Trägerelement angeordnet ist, wobei zwischen Widerstandsschicht und Trägerelement eine Isolationsschicht angeordnet ist sowie einen mechanisch-elektrischen Wandler mit einem solchen Widerstand.

Gemäß der DE 34 31 114 A1 sind derartige, als Dehnungsmeßstreifen verwendbare Widerstände bekannt. Ein solcher Widerstand weist eine metallische Widerstandsschicht auf, die auf einem Träger angeordnet ist, wobei dieser Widerstandsschicht ebenfalls auf dem Träger angeordnete Kontaktflächen zugeordnet sind.

Um vom Träger ausgehende Beeinträchtigungen zu vermeiden, z. B. wenn dieser leitend ist, wird zwischen dem Träger und der metallischen Widerstandsschicht eine Isolationsschicht angeordnet.

Ein so vorgefertigter Widerstand wird üblicherweise auf ein Bauteil aufgesetzt, dessen mechanische Belastung gemessen werden soll. Das Anbringen des Widerstandes am mechanisch zu belastenden Bauteil erfolgt dabei dadurch, daß der Träger des Widerstandes auf das mechanisch zu belastende Bauteil aufgeklebt wird.

Diese Klebverfahren haben den Nachteil, daß sie nur bedingt prozeßsicher und nicht langzeitstabil sind, da sich bei der mechanischen und thermischen Beanspruchung die Klebverbindung verändert. Dies kann soweit gehen, daß sich der Widerstand vollständig vom mechanisch zu belastenden Bauteil löst. Solche Klebverbindungen weisen somit eine nur eingeschränkte Lebensdauer auf.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, einen elektrischen Widerstand anzugeben, welcher auch bei lang anhaltender mechanischer und thermischer Belastung zuverlässig mit dem mechanisch zu belastenden Bauteil verbindbar und prozeßsicher in einer Serienproduktion herstellbar ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß das Trägerelement ein mechanisch zu belastendes Bauteil ist.

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, daß die Isolationsschicht unmittelbar unter Wegfall eines Zwischenträgers auf dem mechanisch zu belastenden Bauteil angeordnet sind. Die zu detektierende mechanische Belastung wird dabei direkt von dem zu belastenden Bauteil abgegriffen, ohne das Signalverfälschungen durch den Zwischenträger auftreten. Die Herstellung des Widerstandes unmittelbar auf dem zu belastenden Bauteil reduziert die Herstellungskosten erheblich.

Vorteilhafterweise sind die Isolationsschicht und das mechanisch zu belastende Bauteil über eine nicht klebende Verbindung miteinander verbunden.

Eine zuverlässige unlösbare Verbindung wird erreicht, wenn das mechanisch zu belastende Bauteil und die Isolationsschicht über eine innige Verbindung verbunden, z. B. versintert sind. Dies wird erzielt, indem die Isolationsschicht, welche pastenähnlich ausgebildet ist, während eines Hochtemperaturprozesses mit dem mechanisch zu belastenden Bauteil versintert.

Alternativ dazu wird die Isolationsschicht während eines Hochtemperaturprozesses mit dem mechanisch zu belastenden Bauteil versintert, wenn die Isolationsschicht folienartig ausgebildet ist.

Dabei geht die Isolationsschicht eine innige Verbindung mit dem zu belastenden Bauteil ein. Diese Verbindung ist prozeßsicher zu realisieren und ausgesprochen langzeitstabil.

Insbesondere die Herstellung des Widerstandes auf einer

folienähnlichen Isolierschicht ermöglicht das Anbringen des Dehnungsmeßstreifens auf einem Bauteil mit nichtplaner Oberfläche.

In einer anderen Weiterbildung der Erfindung weist ein mechanisch-elektrischer Wandler eine Einrichtung mit dehnungsempfindlichen Widerständen auf, die auf einem Trägerelement angeordnet sind, wobei die Widerstände und das Trägerelement durch eine Isolationsschicht getrennt sind und die Widerstände Kontaktflächen aufweisen, an welchen ein der Dehnung entsprechendes Signal abnehmbar ist. Dabei ist das Trägerelement ein mechanisch zu belastendes Bauteil, auf welchem direkt eine Auswerteelektronik für das der Dehnung entsprechende elektrische Signal angeordnet ist.

Die Erfindung hat den Vorteil, daß sowohl das Sensorelement als auch die Sensorelektronik direkt auf dem mechanisch zu belastenden Bauteil aufgebracht werden.

In einer Ausgestaltung sind die Meßwiderstände und die Struktur der Auswerteelektronik wie z. B. Leiterbahn, Kontaktstellen, Dickschichtwiderstände auf einer gemeinsamen folienartigen Isolationsschicht angeordnet, die dann gemeinsam auf das mechanisch zu belastende Bauteil aufgesintert werden.

Diese Herstellung von Sensorelement und Sensorelektronik ermöglicht die Anordnung auch auf Bauteilen, die keine plane Oberfläche aufweisen, z. B. auf runden Bauteilen.

Bei mechanisch zu belastenden Bauteilen, die keine konstante Dehnung über die gesamte Oberfläche aufweisen, sind die Widerstände als Widerstandsmeßbrücke ausgebildet, wobei alle Widerstände in mindestens einem Bereich der größten mechanischen Beanspruchung des mechanisch zu belastenden Bauteiles angeordnet sind. Dies gilt insbesondere für mechanisch auf Torsion zu belastende Bauteile, die einen unrunder Querschnitt aufweisen.

In einer Weiterbildung sind die Widerstände im Bereich der größten mechanischen Beanspruchung reihenähnlich, vorzugsweise w-ähnlich angeordnet. Dies ermöglicht die Anwendung des erfindungsgemäßen mechanisch-elektrischen Wandlers auch bei zu belastenden Bauteilen, die einen rechteckigen Querschnitt aufweisen. Dadurch wird die Empfindlichkeit des Sensors auf einem solchen Bauteil voll genutzt.

Die Erfindung läßt zahlreiche Ausführungsformen zu. Eine davon soll anhand der in der Zeichnung dargestellten Figuren näher erläutert werden. Es zeigt:

Fig. 1 Erfindungsgemäßer Widerstand

Fig. 2 Draufsicht auf mechanisch-elektrischen Wandler

Fig. 3a erste Ausführung des Drehmomentsensor-Hybrid

Fig. 3b zweite Ausführung des Drehmomentsensor-Hybrid

Fig. 4 Schnittdarstellung des Drehmomentsensor-Hybrids.

In Fig. 1 ist schematisch der erfindungsgemäße Dehnungsmeßstreifen dargestellt.

Auf einem Träger 1, welcher aus Stahl besteht, ist ein Dielektrikum 2 aufgebracht. Auf dem Dielektrikum 2 ist eine Leiterbahn 3 mit Kontaktflächen 5 zur elektrischen Verbindung des Widerstandes mit anderen Schaltungsteilen angeordnet. Über der Leiterbahn 3 ist wiederum ein elektrischer Widerstand 4 angeordnet. Den Abschluß bildet eine Passivierungsschicht 12, die nur die Kontaktflächen 5 unbedeckt läßt. Der Träger 1 ist dabei eine Welle, an welcher die Flächendehnung aufgrund einer mechanischen Belastung dieser direkt durch den Dehnungsmeßstreifen abgegriffen wird. Der beschriebene Dehnungsmeßstreifen wird in Dickschichttechnologie unmittelbar auf dem Träger 1 und somit auf dem mechanisch zu belastenden Bauteil erstellt.

Um eine innige Verbindung des Dielektrikums 2 mit dem

Träger 1 herzustellen, wird in einer ersten Ausführung das Dielektrikum 2 in Drucktechnik mittels einer nichtleitenden Paste auf den Träger 1 aufgetragen. Die Paste enthält dabei eine Glasfritte, die bei geringerer Temperatur sinterbar ist als das Material des Trägers 1. Nach Aufbringen der Paste wird ebenfalls in Siebdrucktechnik eine leitende Schicht aufgebracht, die die Leiterbahn 3 und die Kontaktflächen 5 darstellt, auf welcher wiederum das Widerstandselement 4 angeordnet ist.

Die so vorbereitete Welle 1 wird in einem Hochtemperaturprozeß bei etwa einer Temperatur von 750° bis 900°C wärmebehandelt. Dabei versintert die Glasschicht mit der Oberfläche des Stahls 1. Bei diesem Aufsintern werden zwischen dem Dielektrikum 2 und der Welle 1 Oxidbrücken gebildet, die eine unlösbare Verbindung zwischen Welle 1 und Dielektrikum 2 gewährleisten.

Diese starre innige Verbindung bedingt gegenüber der Klebtechnik eine geringere Dehnungshysterese.

Alternativ zu der pastenähnlichen Isolierschicht 2 kann diese auch als flexible Folienschicht aufgebracht werden. Dabei werden in einem ersten Schritt auf dem folienartigen Dielektrikum 2 in schon bekannter Art und Weise die Leiterbahn 3 und der Widerstand 4 sowie die Kontaktflächen 5 aufgebracht. Das folienähnliche Dielektrikum 2 wird danach auf die Welle 1 aufgelegt, wobei sich das folienähnliche Dielektrikum 2 der runden Oberflächen der Welle 1 anpaßt.

Das folienähnliche Dielektrikum 1 besteht aus einem Kunstharz mit einer Glasfritte, auf welcher durch Siebdrucktechnik das Muster des Meßwiderstandes 4 aufgebracht wird. In Siebdrucktechnik werden nacheinander die Leiterbahn 3 mit den Kontaktflächen 5, der Meßwiderstand 4 und anschließend die Passivierungsschicht 12 aufgebracht. Widerstand 4 und Leiterbahn 3 sind Leitpasten, die leitende Teilchen und Glasfritte enthält. Während eines Hochtemperaturprozesses von ungefähr 850°C erfolgt ein Aufsintern sämtlicher Schichten auf der Welle 1 sowie ein rückstandsloses Vergasen des im Dielektrikum 2 enthaltenen Kunststoffes. Auch hier wird durch das Entstehen von Oxidbrücken zwischen Welle 1 und Dielektrikum 2 eine haltbare Verbindung zwischen beiden erzeugt. Nach dem Sintern verbleiben die Strukturen in Form von Isolier- und Leitschichten auf der Welle 1.

Fig. 2 zeigt einen Dickschichtdrehmomentsensor mit den eben erläuterten Dehnungsmeßstreifen, wie er in Hilfskrafteinrichtungen von Kraftfahrzeugen, insbesondere bei elektrischen Lenkhilfesystemen oder elektrohydraulischen Lenkhilfesystemen Einsatz findet.

Das zu belastende Bauteil 1 ist in diesem Fall quaderförmig gestaltet. Auf dem Bauteil 1 ist in der oben beschriebenen Art und Weise ein Dielektrikum 2 angeordnet, auf welchem eine Widerstandsmeßbrücke 7 mit als Dehnungsmeßstreifen wirkenden Meßwiderständen 4 aufgebracht sind. Die Widerstandsmeßbrücke 7 besteht in bekannter Art und Weise aus vier Widerständen 4, die über Leiterbahnen 3 mit elektrischen Kontaktflächen 8 der Widerstandsmeßbrücke 7 verbunden sind. Um ein redundantes Signal zu erlangen, kann eine zweite gleich geartete Widerstandsmeßbrücke auf die Welle 1 aufgebracht werden.

Das Dielektrikum 2 ist dabei mittig auf der rechteckförmigen Oberfläche der Welle 1 angeordnet, in dem Bereich, wo bei einer mechanischen Beanspruchung der Welle 1 die Oberflächendehnung am deutlichsten detektierbar ist. Die Widerstände 4 jeder Widerstands-DMS-Meßbrücke 7 sind dabei w-ähnlich jeweils in einer Reihe hintereinander entlang der Richtung angeordnet, in welcher sich die Zone der maximalen Beanspruchung der Welle 1 erstreckt. Die Dehnung des mechanisch belasteten Bauelementes wird von der

DMS-Meßbrücke 7 direkt erfaßt.

Das so in Dickschichttechnologie erstellte Sensorelement ermöglicht es, daß die Elektronik zur Auswertung des Sensorelementes sowie zur Übertragung des Signales ebenfalls unmittelbar auf der Isolierschicht 2 auf der Welle 1 realisiert werden kann. Ein solches Drehmomentsensor-Hybrid ist in Fig. 3a und 3b in Draufsicht schematisch dargestellt.

Wie aus Fig. 3a erkennbar ist, ist die in Dickschichttechnik aufgebrachte Widerstandsmeßbrücke 7 über eine ebenfalls in Dickschichttechnik hergestellte Leiterbahn 10 mit der Auswerteelektronik 9 verbunden. Die Auswerteelektronik 9 besteht aus diskreten Bauelementen, die an den in Fig. 2 dargestellten Kontaktflächen 8 mit der Widerstandsmeßbrücke 7 verbunden sind. Diese Auswerteelektronik 9 kann separat angeordnet sein oder aber wie im vorliegenden Fall direkt auf der Welle 1 angeordnet sein, wo sie an den Kontaktflächen 8 verlötet ist.

Zur berührungslosen Signalübertragung des Sensorsignals ist eine Spule 11 um die Welle 1 gewickelt, die ebenfalls über in Dickschichttechnik gefertigte Leitbahnen und Kontaktflächen mit der Auswerteelektronik 9 verbunden ist. Wie in Fig. 3b dargestellt, besteht auch die Möglichkeit die Spule 11 in Dickschichttechnik aufzudrucken, wodurch externe Lötverbindungen eingespart werden. Die Kontaktierung der Auswerteelektronik 9 erfolgt dabei vorteilhafterweise an den Kontaktflächen 8 durch Oberflächenmontage (SMD-Technik). Dadurch entsteht ein Hybrid, der das Sensorelement und die Elektronik umfaßt und direkt auf der Welle 1 erstellt werden kann. Ein solcher Sensor kann mit Kunststoff, z. B. Silikon vergossen werden.

Durch einen solchen, die Oberflächendehnung auf der Welle 1 messenden Sensor wird beim Einsatz in Lenkhilfesystemen ein direkter Durchtrieb vom Rad zum Fahrer ohne zusätzliche Elastizität in der Lenkwelle gewährleistet.

Neben den bereits erläuterten Anwendungsfall als Drehmomentsensor für Kfz-Lenksysteme, die ein Drehmomentensignal benötigen, findet der vorgeschlagene Sensor auch Anwendung zur Messung des Drehmomentes im Antriebsstrang von Kraftfahrzeugantrieben, beispielsweise für Motorsteuerung, Getriebesteuerung und Antischlupfregelung. Auch ist ein Einsatz zur Messung von Biegemomenten in Bauteilen, wie beispielsweise bei zug-druckbeanspruchten Bauteilen, wie Zugkraftmessungen an Anhängerkupplungen, Achslastmessungen oder Pedal-Sollwertgebern in Kraftfahrzeugen oder in Waagen mit Biegebalken denkbar.

In Fig. 4 ist das erfindungsgemäße Drehmomentsensor-Hybrid im Schnitt dargestellt. Auf den von der Passivierungsschicht 12 unbedeckten Kontaktflächen 5 werden diskrete Bauteile der Auswerteschaltung 9 aufgelötet.

Nach der Umspritzung mit Kunststoff steht ein Dickschicht-DMS-Sensor mit integrierter Elektronik zur Verfügung.

Patentansprüche

1. Elektrischer Widerstand, insbesondere Dehnungsmeßstreifen, mit einer Widerstandsschicht, welche auf einem Trägerelement angeordnet ist, wobei zwischen Widerstandsschicht und Trägerelement eine Isolationschicht angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Trägerelement ein mechanisch zu belastendes Bauteil (1) ist.
2. Elektrischer Widerstand nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolationschicht (2) und das mechanisch zu belastende Bauteil (1) über eine nicht klebende Verbindung miteinander verbunden sind.
3. Elektrischer Widerstand nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das mechanisch zu belastende

Bauteil (1) und die Isolationsschicht (2) während eines Hochtemperaturprozesses eine innige Verbindung miteinander eingehen.

4. Elektrischer Widerstand nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolationsschicht (2) pastenartig ausgebildet ist und während eines Hochtemperaturprozesses mit dem mechanisch zu belastenden Bauteil (1) versintert. 5

5. Elektrischer Widerstand nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolationsschicht (2) folienartig ausgebildet ist, und während eines Hochtemperaturprozesses mit dem mechanisch zu belastenden Bauteil (1) versintert. 10

6. Mechanisch-elektrischer Wandler mit einer Einrichtung mit dehnungsempfindlichen Widerständen, die auf einem Trägerelement angeordnet sind, wobei die Widerstände und das Trägerelement durch eine Isolationsschicht getrennt sind, und wobei an den Widerständen ein der Dehnung entsprechendes elektrisches Signal abnehmbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägerelement ein mechanisch zu belastendes Bauteil (1) ist, auf welchem direkt eine Auswertelektronik (7, 9) für das der Dehnung entsprechende elektrische Signal angeordnet ist. 15 20

7. Mechanisch-elektrischer Wandler nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstände (4) und die Struktur der Auswertelektronik (7, 9) auf einer gemeinsamen, folienartigen Isolationsschicht (2) angeordnet sind. 25

8. Mechanisch-elektrischer Wandler nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolationsschicht (2) während eines Hochtemperaturprozesses mit dem mechanisch zu belastenden Bauteil (1) versintert. 30

9. Mechanisch-elektrischer Wandler nach Anspruch 6, 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstände (4) in mindestens einem Bereich der größten mechanischen Beanspruchung des mechanisch zu belastenden Bauteiles (1) angeordnet sind. 35

10. Mechanisch-elektrischer Wandler nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstände (4) im Bereich der größten mechanischen Beanspruchung reihenähnlich angeordnet sind. 40

11. Mechanisch-elektrischer Wandler nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Signalübertragung eine Spule (11) auf der Isolationsschicht (2) angeordnet ist. 45

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

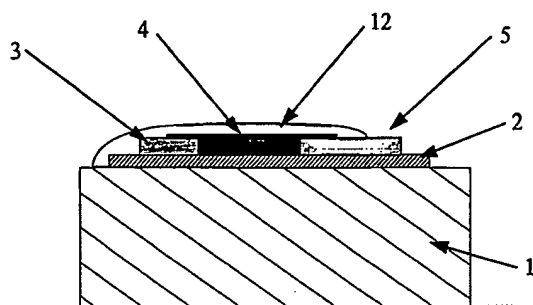
50

55

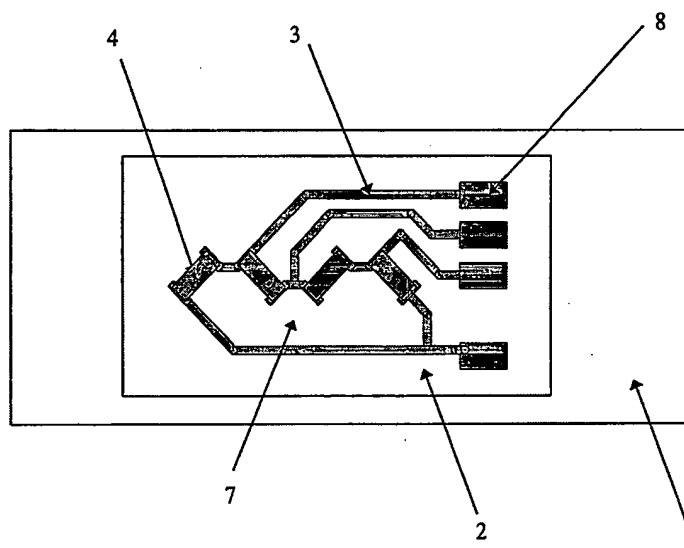
60

65

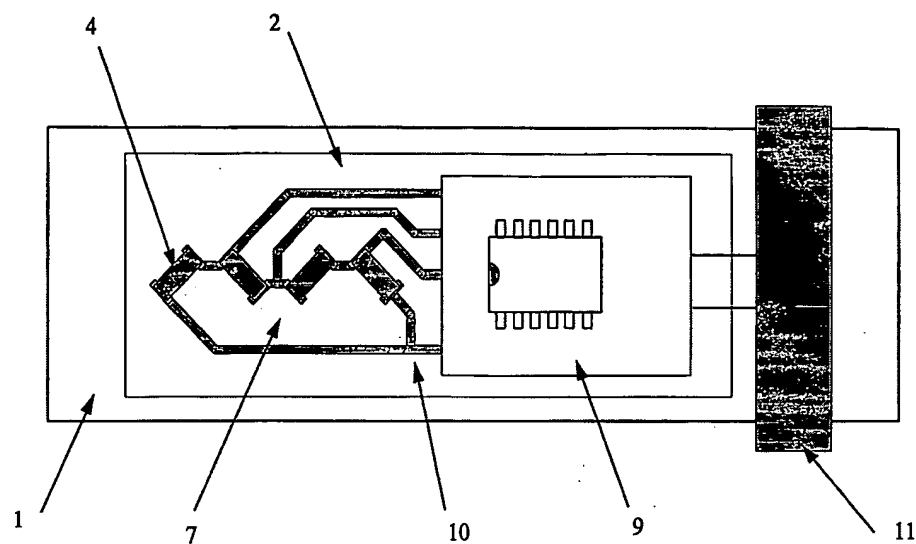
- Leerseite -



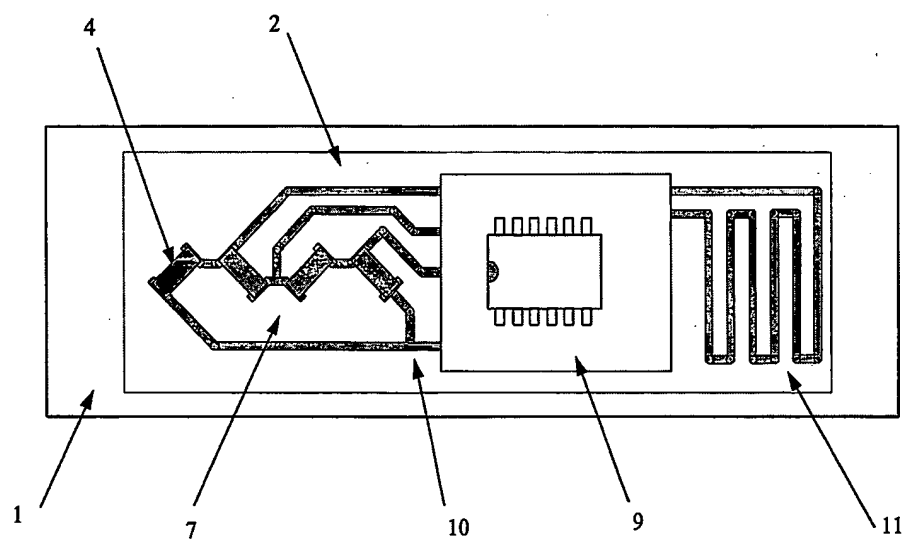
Figur 1



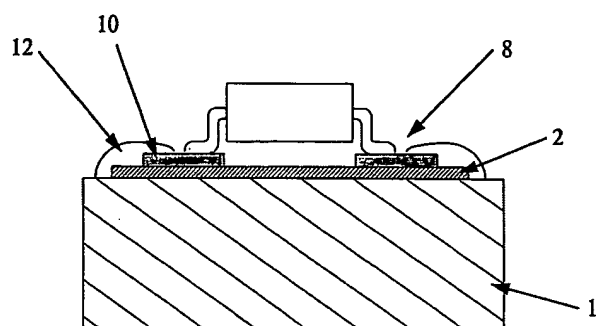
Figur 2



Figur 3a :



Figur 3b :



Figur 4